



**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

**Peperiksaan Semester Kedua**

**Sidang Akademik 1997/98**

**Februari 1998**

**EBB 419/3 - TERMODINAMIK BAHAN**

**Masa [3 jam]**

---

**Arahan Kepada Calon :-**

Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi **ENAM (6)** muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** soalan.

Jawab mana-mana **LIMA (5)** soalan sahaja.

Mulakan jawapan anda bagi setiap soalan pada muka surat yang baru.

Semua soalan mesti dijawab dalam Bahasa Melayu atau maksimum, dua soalan boleh dijawab dalam Bahasa Inggeris.

...2/

1. [a] Dapatkan ungkapan untuk entropi pencampuran bagi satu mol larutan dua komponen yang mengandungi pecahan mol  $X_1$  mol komponen 1 dan  $X_2$  mol komponen 2. Andaikan larutan ini sebagai satu campuran yang terdiri daripada  $n$  partikel komponen 1 dan  $(N-n)$  partikel komponen 2 yang di susun pada  $N$  tapak.

(10 markah)

- [b] 3 partikel yang berbeza perlu ditaburkan pada 5 aras tenaga yang mempunyai nilai tenaga 0, 1, 2, 3 dan 4 unit. Jumlah tenaga untuk 3 partikel adalah 6 unit. Nyatakan keadaan makro dan dapatkan bilangan keadaan mikro bagi sistem ini.

(7 markah)

- [c] Berapakah bilangan keadaan-mikro jika partikel-partikel ini tidak berbeza?

(3 markah)

2. [a] Dibawah takat tripel,  $(-56.2^\circ\text{C})$  tekanan wap bagi  $\text{CO}_2$  pepejal diberi sebagai

$$\ln p \text{ (atm)} = -3116/T + 16.01$$

Haba lakuran ialah  $8330 \text{ J/mol}$ . Apakah haba pemejalwapan dan haba penyejatan?

(5 markah)

[b] Apakah tekanan pada takat tripel?

(5 markah)

[c] Apakah tekanan wap CO<sub>2</sub> pepejal pada 298 K?

(5 markah)

[d] Lakarkan gambarajah fasa sistem ini. Berikan sebab mengapa CO<sub>2</sub> pepejal, di meja makmal mengalami pemejalwapan, bukan peleburan.

(5 markah)

3. [a] Tekanan wap diatas aloi Cu-Zn cecair telah disukat pada 1333 K, adalah seperti berikut :

N <sub>Zn</sub>	1.00	0.45	0.30	0.20	0.15	0.10	0.05
P <sub>Zn</sub> (mm Hg)	3040	970	456	180	90	45	22

Kirakan perubahan tenaga bebas apabila 1g.mol cecair zink larut di dalam satu jisim besar aloi dengan N<sub>Zn</sub> = 0.3.

(5 markah)

[b] Apakah perbezaan tenaga bebas 1g.mole zink di dalam aloi cecair dengan pecahan mol 0.45 dan aloi dengan pecahan 0.30?

(5 markah)

[c] Plotkan nilai-nilai  $P_{Zn}$ . Adakah sistem ini mematuhi hukum Raoult? Hukum Henry? Nyatakan julat kepekatan hukum-hukum ini dipatuhi.

(5 markah)

[d] Juga dapatkan perubahan tenaga bebas bila 1g. mole zink cecair larutan di dalam satu jisim besar aloi dengan  $N_{Zn} = 0.6$ .

(5 markah)

4. [a] Nyatakan hubungan-hubungan yang mempengaruhi komposisi fasa pada keseimbangan di kawasan dua fasa yang terdiri daripada larutan pepejal dan larutan cecair pada gambarajah fasa binari.

(6 markah)

[b] Wustite (FeO) dan oksida mangan (MnO) larut campur sepenuhnya di dalam keadaan cecair dan keadaan pepejal. Andaikan larutan-larutan ini sebagai larutan unggul, kirakan komposisi-komposisi garis cecair dan pepejal. Buat kiraan anda pada 1500 K, 1600 K dan 1700 K.

	Suhu Peleburan	Haba Peleburan
FeO	1378 K	30962 J/mol
MnO	1875 K	54392 J/mol

(14 markah)

5. [a] Terangkan dengan ringkas bagaimana daya permukaan dan antara muka mempengaruhi bentuk fasa (beta) yang terbentuk (i) pada sempadan ira alpha-alpha dan (ii) pada suatu simpang tiga ira.

(10 markah)

- [b] Dalam suatu sampel loyang, fasa beta terbentuk pada sempadan ira alpha-alpha. Jika tenaga antara muka untuk sempadan alpha-beta ( $\alpha - \beta$ ) ialah 0.78 kali tenaga untuk antara muka alpha-alpha, apakah sudut dwisatah di dalam fasa beta dan pada simpang fasa-fasa yang dalam keseimbangan?

(10 markah)

6. [a] Apakah dwi-kekosongan? Bagaimanakah bilangan dwi-kekosongan dalam sesuatu hablur dianggarkan?

(10 markah)

- [b] Untuk kecacatan frenkel dalam hablur, entalpi pembentukannya adalah 400 kJ/mol, manakala entropi adalah 5J/mol.k. Dapatkan kepekatan kecacatan Frenkel pada 500K dan 700K.

(10 markah)

7. [a] Berikan ungkapan untuk kadar penukleusan homogen dalam suatu cecair semasa pemejalan dan terangkan sebutan-sebutan yang digunakan dalam ungkapan ini.

(6 markah)

[b] Dalam pemejalan zink secara penukleusan homogen pendinginan kurang yang diperlukan adalah  $70^\circ$  untuk suatu kes tertentu

(i) Dapatkan perubahan tenaga bebas pukal,  $J/m^3$  dan

(ii) Dapatkan kadar penukleusan - nuklei/ $m^3/s$

Andaikan  $\gamma_{SL} = 0.06 J/m^2$ ,  $v = 10^{12}/s$

Faktor ( $S^*pd$ ) dianggarkan =  $10^{26}/m^3$ .

Abaikan tenaga pengaktifan untuk kompleks teraktif.

$\Delta H$  untuk pemejalan zink =  $10^5 J/kg$ .

Graviti tentu zink = 7.14,  $T_m = 692.7 k$

(14 markah)

ooOoo

1. (a) Derive the expression for the entropy of mixing for 1 mole of a two component solution with  $X_1$  as mole fraction of the component 1 and  $X_2$  as mole fraction of component 2, by considering it as a mixture of  $n$  particles of 1 and  $(N-n)$  particles of 2, arranged at  $N$  sites.

( 10 marks )

- (b) Three distinguishable particles are to be distributed in 5 energy levels with energy values 0, 1, 2, 3 and 4 units. The total energy of three particles is to be 6 units. State the macrostates and find the number of microstates of the system.

( 7 marks )

- (c) If the particles are indistinguishable, how many microstates will be there?

(3 marks)

2. (a) Below the triple point (  $-56.2^\circ\text{C}$  ) the vapour pressure of solid  $\text{CO}_2$  is given by

$$\ln p \text{ (atm)} = -3116/T + 16.01$$

The heat of fusion is 8330 J/mole. What will be heat of sublimation and the heat of evaporation?

(5 marks)

- (b) What is the pressure at the triple point?

(5 marks)

(c) What would be the vapour pressure of liquid  $\text{CO}_2$  at 298 K?

(5 marks)

(d) Draw a sketch of the system and state why solid  $\text{CO}_2$ , on laboratory bench evaporates rather than melts.

(5 marks)

3. (a) The vapour pressure of zinc over liquid Cu-Zn alloys was measured at 1333 K as follows :

$N_{\text{Zn}}$	1.00	0.45	0.30	0.20	0.15	0.10	0.05
$P_{\text{Zn}}$ (mm Hg)	3040	970	456	180	90	45	22

Determine the free energy change when 1g.mole of liquid zinc is dissolved in large mass of alloy with  $N_{\text{Zn}} = 0.3$

(5 marks)

(b) What would be the free energy difference between 1.0g.mole of zinc in liquid alloy of mole fractions 0.45 and an alloy of mole fraction 0.30?

(5 marks)

(c) Plot the  $P_{\text{Zn}}$  values. Does the system obey Raoult's law? Henry's law? Over what concentration range?

(5 marks)



- (d) Also determine the change in free energy when 1.0g.mole of liquid zinc is dissolved in a large mass of alloy with  $N_{Zn} = 0.6$

(5 marks)

4. (a) State the relations governing the compositions of phases at equilibrium in a two-phase region of solid solution in a binary phase diagram.

(6 marks)

- (b) Wustite (FeO) and manganous oxide (MnO) are completely miscible in liquid and solid states. Assuming that the solutions are ideal, calculate the liquidus and solidus lines. Conduct your calculations at 1500 K, 1600 K and 1700 K. The melting points are 1378 K and 1875 K, so also the heats of fusion are 30962 J/mole and 54392 J/mole for FeO and MnO respectively.

(14 marks)

5. (a) Explain how surface and interfacial forces affect the shape of a phase (beta) formed (i) at the alpha-alpha grain boundary, (ii) at a tri-grain junction.

(10 marks)

- (b) In a brass sample, a  $\beta$  phase particle is formed at the  $\alpha$  -  $\alpha$  grain boundary. If the interface energy for  $\alpha$  -  $\beta$  boundary is 0.78 times that for  $\alpha$  -  $\alpha$  boundary, what would be the dihedral angle inside the  $\beta$  phase, at the junction of the phases at equilibrium?

(10 marks)

6. (a) What is a divacancy? How can the number of divacancies in a crystal be approximately?

(10 marks)

- (b) For Frenkel defects in a crystal, the enthalpy of formation is 400 kJ/mole while the entropy is 5 J/mole-K. Find the concentration of Frenkel defects at 500 K and 700 K.

(10 marks)

7. (a) State the expression for the rate of homogeneous nucleation in a liquid in solidification and explain the terms used.

(6 marks)

- (b) In the solidification of zinc by homogeneous nucleation, the undercooling required is  $70^\circ$  in a specific case.
- (i) Find the bulk free energy change, in joules per  $\text{m}^3$ , and
- (ii) Find the rate of nucleation in nuclei/ $\text{s}/\text{m}^3$ .
- Assume  $\gamma_{\text{SL}}$  to be  $0.06 \text{ J}/\text{m}^2$ ,  $v = 10^{12}/\text{s}$ , the factor  $(s^*pd)$  is estimated at  $10^{28}/\text{m}^3$  and neglect activation energy for the activated complex.  $\Delta H$  for solidification of zinc =  $10^5 \text{ J}/\text{kg}$ . Specific gravity of zinc is 7.14  $T_m = 692.7 \text{ K}$ .

(14 marks)

ooOoo